

A PLATAFORMA iNATURALIST COMO FERRAMENTA DE ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA, EDUCAÇÃO AMBIENTAL E CIÊNCIA CIDADÃ

THE iNATURALIST PLATFORM AS A TOOL FOR TEACHING SCIENCE AND BIOLOGY, ENVIRONMENTAL EDUCATION AND CITIZEN SCIENCE

LA PLATAFORMA iNATURALIST COMO HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA DE CIENCIA Y BIOLOGÍA, EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CIENCIA CIUDADANA

*Cristiane Colodel¹, Lorena Aparecida Pitela Kraushaar²,
Maria Vitória Ferreira dos Santos³, Rodrigo de Cássio da Silva⁴*

Resumo

Num contexto permeado por desafios ambientais, a Educação Ambiental é ferramenta crucial para a preservação da biodiversidade. A Ciência Cidadã e o uso de tecnologias da informação e comunicação destacam-se como abordagens colaborativas nesse processo. Buscando novas possibilidades pedagógicas no enfrentamento destes desafios, este estudo explora a plataforma iNaturalist no ensino de Biologia, sob a perspectiva da Ciência Cidadã, com enfoque na biodiversidade. O artigo traz um estudo de caso como exemplo de utilização dos dados já registrados na plataforma para elaboração de atividades didáticas e apresenta a possibilidade de criação de projetos, estimulando a participação ativa dos alunos no registro da biodiversidade na plataforma, permitindo que os alunos se sintam protagonistas e desempenhem um papel ativo na preservação ambiental.

Palavras-chave: Ensino de Ciências e Biologia; tecnologias de informação e comunicação; biodiversidade; aprendizagem significativa.

¹ Doutora em Ciências - Bioquímica pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) - Curitiba, PR - Brasil. Licenciada em Ciências Biológicas - Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) - Ponta Grossa, PR - Brasil. Professora EBTT no Instituto Federal do Paraná (IFPR). Jaguariaíva, PR - Brasil. **E-mail:** criscolod@gmail.com

² Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) - Ponta Grossa, PR - Brasil. **E-mail:** lorena.pitelakr@gmail.com

³ Graduanda em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) - Ponta Grossa, PR - Brasil. **E-mail:** maferreira281@gmail.com

⁴ Doutor em Ciências Biológicas - Biofísica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) - Rio de Janeiro, RJ - Brasil. Professor adjunto na Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) - Ponta Grossa, PR - Brasil. **E-mail:** rodrigossilva2005@yahoo.com.br

Abstract

In a context permeated by environmental challenges, Environmental Education is a crucial tool for preserving biodiversity. Citizen Science and the use of information and communication technologies stand out as collaborative approaches in this process. Seeking new pedagogical possibilities to face these challenges, this study explores the iNaturalist platform in Biology teaching, from the perspective of Citizen Science, with a focus on biodiversity. The article presents a case study as an example of using data already recorded on the platform to develop educational activities and presents the possibility of creating projects, encouraging students' active participation in recording biodiversity on the platform, allowing students to feel protagonists and play an active role in environmental preservation.

Keywords: Teaching Science and Biology; information and communication technologies; biodiversity; meaningful learning.

Resumen

En un contexto permeado por desafíos ambientales, la Educación Ambiental es una herramienta crucial para preservar la biodiversidad. La Ciencia Ciudadana y el uso de las tecnologías de la información y la comunicación destacan como enfoques colaborativos en este proceso. Buscando nuevas posibilidades pedagógicas para enfrentar estos desafíos, este estudio explora la plataforma iNaturalist en la enseñanza de la Biología, desde la perspectiva de la Ciencia Ciudadana, con enfoque en la biodiversidad. El artículo presenta un estudio de caso como ejemplo del uso de datos ya registrados en la plataforma para desarrollar actividades educativas y presenta la posibilidad de crear proyectos, fomentando la participación activa de los estudiantes en el registro de la biodiversidad en la plataforma, permitiéndoles sentirse protagonistas y desempeñar un papel activo. papel en la preservación del medio ambiente.

Palabras clave: Enseñanza de Ciencias y Biología; tecnologías de la información y las comunicaciones; biodiversidad; aprendizaje significativo.

1 Introdução

Muitos problemas ambientais surgem a partir da falta de conhecimento e de uma educação eficiente (Ramirez; Santana, 2018). A educação ambiental para a preservação vem sendo uma premissa cada vez mais importante no âmbito mundial, sendo um dos principais tópicos de conferências importantes desde a Conferência de Estocolmo, em 1972 (Kassas, 2002).

Em 2015, os países que integram a Organização das Nações Unidas (ONU) adotaram a Agenda 2030 - um plano de ação global na qual foram estabelecidos 17 Objetivos e 169 metas para alcançar o Desenvolvimento Sustentável. Entre esses objetivos é possível destacar o objetivo 4 “Educação de Qualidade” que inclui entre seus alvos a promoção da educação para o desenvolvimento sustentável e a cidadania global, o objetivo 14 “Vida sob a água”, que prevê a conservação e o uso sustentável dos oceanos, mares e recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável e o objetivo 15 “Vida na terra”, que versa sobre a proteção, restauração e uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gestão sustentável das florestas, combate à desertificação e à degradação da terra e bloqueio da perda de biodiversidade (ONU, 2015).

Conhecer é fundamental para desmistificar e preservar. Ninguém preserva aquilo que não conhece e o que não compreende (Scifoni, 2019). Partindo deste pressuposto, uma educação ambiental voltada para a preservação e conservação da natureza e da sua biodiversidade precisa induzir as pessoas a perceberem e a conhecerem o ambiente que as cercam, com as suas formas de vida e as relações entre elas.

Seguindo a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1968), a aprendizagem é mais efetiva quando ela é dotada de sentido e significado, isto é, quando o indivíduo pode participar ativamente do processo de aprendizagem se tornando capaz de colaborar de forma consciente para as necessidades sociais que passa a perceber (Farias, 2022).

Ao encontro dessa perspectiva, surge o movimento conhecido como Ciência Cidadã. Essa iniciativa envolve a participação ativa de cidadãos não-cientistas na construção de pesquisa e conhecimento científico, por meio da colaboração com a comunidade científica (VOHLAND *et al.*, 2021). Ainda, de um modo geral, Ciência Cidadã se refere a "experiências de colaboração" (PARRA, 2015) entre cientistas e comunidade, em algum momento da pesquisa científica, seja na pesquisa, coleta de dados e/ou análise (EITZEL *et al.*, 2017).

O movimento surgiu em meados dos anos de 1990 e desde então vem ganhando cada vez mais popularidade. Por meio da inclusão e do engajamento de pessoas que não estão diretamente ligadas à comunidade científica, na construção da pesquisa e do conhecimento, a produção de conhecimento passa a ser mais democrática e diversificada. A participação ativa de cidadãos com diferentes vivências e formações formais e informais no processo científico favorece a ciência pela inovação, compreensão e cocriação de resultados verdadeiramente genuínos e de maior relevância social (Silva; Santana, 2023).

Um exemplo exitoso de projeto relacionado à Ciência Cidadã é a plataforma iNaturalist. O iNaturalist funciona como uma rede social com o objetivo de construir e mapear a biodiversidade em todo o planeta, compartilhando observações realizadas por cidadãos de todo o mundo. Adicionalmente, a plataforma também apresenta grande potencial para fornecer, a partir destas observações, informações valiosas sobre a distribuição geográfica das espécies e a localização e tamanho das populações (Soteropoulos; De Bellis; Witsell, 2021), além de permitir detectar com mais agilidade a presença e avanço de espécies invasoras e até mesmo de fomentar a descoberta de novas espécies e de redescobrir espécies raras ou que acreditava-se estarem extintas (Soteropoulos; De Bellis; Witsell, 2021; Niemiller; Davis; Niemiller, 2021).

Esta plataforma surgiu em 2008, fruto do projeto de mestrado de Nate Agrin, Jessica Kline, e Ken-ichi Ueda, alunos da Escola de Informação de Berkeley, da Universidade de Califórnia. A partir de 2014, o iNaturalist passou a contar com a iniciativa conjunta da Academia de Ciências da Califórnia e da National Geographic e, em 2023, tornou-se uma organização independente sem fins lucrativos (iNaturalist, 2023a). Atualmente, a plataforma

reúne aproximadamente 170 milhões de observações de mais de 430 mil espécies de seres vivos, registradas por quase 3 milhões de usuários e identificadas por mais de 300 mil identificadores (iNATURALIST, 2023b).

O acesso à plataforma iNaturalist pode ser feito tanto por meio sua da página na web (<https://www.inaturalist.org>) quanto pelo aplicativo mobile, ambos de acesso gratuito, o que a torna uma plataforma bastante democrática e acessível. Nesse sentido, o iNaturalist pode ser uma valiosa forma de aproximação, percepção e sensibilização de pessoas sobre a biodiversidade, tendo um grande potencial como ferramenta de ensino-aprendizagem.

Na plataforma, o usuário pode inserir registros fotográficos e sonoros de todas as formas de vida, acompanhados de informações sobre localização geográfica, data e horário do registro e se o espécime registrado foi encontrado livre na natureza ou se é cultivado ou criado em cativeiro. Pode também indicar o estágio de vida observado, o tipo de evidência de presença (organismo, excrementos, galha, rastro ou exuvia), sexo e se o espécime foi registrado vivo ou morto.

Quando o registro é inserido, o usuário conta com a possibilidade de identificação taxonômica por meio de inteligência artificial e a plataforma sugere táxons que se assemelhem à observação. No entanto, estas sugestões nem sempre apresentam acurácia, uma vez que o processo de identificação taxonômica é complexo e muitas vezes exige observação minuciosa de pequenos detalhes que uma fotografia não permite. Além disso, a qualidade do registro fotográfico também pode comprometer a possibilidade de identificação. Devido a estas dificuldades, somadas aos desafios inerentes da aprendizagem da inteligência artificial, a acurácia da identificação taxonômica por esta via na plataforma é de aproximadamente 67% (VAN HORN *et al.*, 2018).

Após a inserção do registro, a comunidade de usuários também pode colaborar com a identificação taxonômica. Embora qualquer usuário possa participar de discussões a respeito da identificação taxonômica de um espécime registrado, é importante ressaltar que muitos pesquisadores e especialistas de diversas áreas das ciências naturais participam ativamente da plataforma, colaborando intensamente como identificadores e curadores. A participação destes identificadores experientes tem enorme importância para a validação dos dados registrados pelos cientistas cidadãos, gerando, a partir deles, dados de alta relevância e qualidade que podem ser utilizados para fins científicos (CAMPBELL *et al.*, 2023).

Quando a comunidade é capaz de identificar um registro ao nível de espécie e pelo menos 2/3 das sugestões levam a um consenso acerca dessa identificação taxonômica, o registro torna-se “nível de pesquisa”. A partir de então, as observações também passam a integrar os dados da plataforma GBIF (Global Biodiversity Information Facility (<https://www.gbif.org/>),

que armazena e fornece dados científicos oficiais sobre a biodiversidade da Terra para instituições governamentais e de pesquisa (NUGENT, 2020; SiBBR, 2023).

Assim, as observações registradas no iNaturalist constituem valiosos dados abertos que integram uma grande variedade de projetos de pesquisa científica, museus, jardins botânicos, parques e outras organizações.

2 O iNaturalist como ferramenta para o ensino de Ciências e Biologia

O uso da plataforma iNaturalist como ferramenta para o ensino-aprendizagem na área de Ciências e Biologia não é necessariamente uma novidade, mas é relativamente recente e vem ganhando cada vez mais força. Diversas publicações vêm mostrando o potencial uso da plataforma como ferramenta para o ensino, com os mais diversos objetivos.

A maioria das atividades de ensino desenvolvidas e relatadas nos artigos é voltada para o ensino superior (POLLOCK *et al.*, 2015; HARLIN *et al.*, 2018; HERNAWATI; CHAIDIR; MEYLANI, 2020; NIEMILLER; DAVIS; NIEMILLER, 2021; GERHARDT *et al.*, 2021; GASS *et al.*, 2021; SMITH *et al.*, 2021; MECH *et al.*, 2022; UNGER, 2023; CEDERQVIST; WILLIAMS, 2023), mas algumas publicações também relatam a utilização da plataforma no ensino básico (ECHEVERRIA *et al.*, 2021; YOUNG *et al.*, 2021; GUIMARÃES; NOGUEIRA-FERREIRA; OLIVEIRA, 2023) e também no ensino informal (ARISTEIDOU *et al.*, 2021a; ARISTEIDOU *et al.*, 2021b).

A própria plataforma reconhece o potencial do projeto como uma valiosa ferramenta de ensino. No entanto, na página “Teacher’s Guide” (<https://www.inaturalist.org/pages/teacher's+guide>) (Guia do Professor, em tradução livre, disponível apenas em inglês) o iNaturalist apresenta importantes orientações para a utilização da plataforma neste sentido, com o objetivo de evitar o mau uso do serviço e garantir boas práticas na sua utilização, bem como a qualidade e utilidade dos registros (iNATURALIST, 2023c).

A primeira orientação é que o professor conheça e utilize a plataforma antes de apresentá-la e utilizá-la com os alunos. Esta é uma questão importante quando se trata da utilização de qualquer tecnologia de informação e comunicação em sala de aula, afinal, é papel do professor dominar a tecnologia que pretende utilizar em sala de aula de forma que possa aplicá-la e explorá-la de forma adequada (BARROS, 2019).

Em seguida, a orientação é de que o trabalho comece pela exploração das observações já registradas, para que os usuários possam se familiarizar com o funcionamento da plataforma antes de elaborar seus próprios projetos, a fim de que os recursos que o iNaturalist oferece sejam melhor utilizados e aproveitados.

Considerando o potencial da plataforma como ferramenta didática e levando em consideração as orientações recomendadas para a condução de atividades educacionais, este texto trará instruções e sugestões de utilização da plataforma para o ensino de Ciências e Biologia focado na biodiversidade.

3 A plataforma iNaturalist como fonte de dados para o conhecimento da biodiversidade

A plataforma iNaturalist oferece aos usuários recursos de filtragem que permitem buscas precisas e personalizadas, incluindo categorias amplas como classificação taxonômica, delimitação geográfica, pesquisa por data de observação, por grau de pesquisa (Nível de Pesquisa, Precisa de Identificação ou Casual) e até mesmo critérios especiais, como espécies ameaçadas e introduzidas. Esse recurso facilita a busca do usuário da plataforma para uma identificação mais específica.

Os filtros da plataforma permitem uma maior precisão de resultados durante as pesquisas. A partir deles, os usuários podem afunilar suas buscas de acordo com seus interesses. Por exemplo, um pesquisador ou um professor que utilize a plataforma e esteja desenvolvendo um projeto sobre “anfíbios invasores do Paraná”, consegue fazer uma seleção dessas categorias dentro da plataforma aplicando filtros para esse tipo de busca.

É interessante mencionar que a plataforma também se comunica com bases de dados externas, como o Google Maps e o Macrostat. O Macrostat é um sistema de mapas geológicos que integra mais de 225 mapas geológicos de rochas de todo o mundo em um único banco de dados multiescala (MACROSTRAT, 2023) e, a partir desta comunicação, é possível explorar não somente a diversidade biológica, mas também a diversidade geológica dos locais de registro, abrindo, inclusive, a possibilidade de discutir relações entre fatores biológicos e geológicos na proposição de atividades.

A fim de exemplificar uma possível forma de abordagem do uso de dados da plataforma iNaturalist, será apresentado a seguir um estudo de caso, explorando a plataforma como ferramenta de ensino de Biologia na perspectiva da Ciência Cidadã acerca da biodiversidade de aracnídeos na cidade de Ponta Grossa, no estado do Paraná. Para tanto, foi realizada uma busca na plataforma iNaturalist, acessando-se a aba “Explorar” e utilizando filtros fornecidos pela plataforma.

Na aba “explorar”, a área geográfica de interesse foi determinada como “Ponta Grossa, PR, Brasil”. Após clicar no botão “Ir”, os filtros desejados foram selecionados no botão “Filtros”. Para adequar a pesquisa aos objetivos previamente determinados, foram selecionados, no campo “Exibir”, a opção “verificável”, que garante que a observação possua imagens ou sons. No campo “Categoria”, foi selecionado o grupo “Aracnídeos”. No campo “Classificação”, foi aplicado o filtro “Família” para classificação alta e “Espécie” para a classificação baixa.

Esta delimitação garante que a identificação taxonômica apresente apenas resultados de registros com identificação a nível de família até espécie, excluindo níveis hierárquicos menos precisos, como Ordem, Classe e Filo. No campo “Data da observação”, foi delimitado um intervalo com data final de 02/12/23.

Essa busca resultou em um total de 267 observações de Aracnídeos na região de Ponta Grossa, PR, incluindo aranhas, opiliões e escorpiões. Estes dados foram organizados na Tabela 1, que apresenta o número de registros de cada família, gênero e espécie identificados.

Tabela 1 – Biodiversidade de espécies de aracnídeos no município de Ponta Grossa, de acordo com os registros na plataforma iNaturalist a nível de família, gênero e espécie.

Família	Nº de observações	Gênero	Nº de observações	Espécie	Nº de observações total	Nº de observações nível de pesquisa
<i>Escorpiões</i>						
Buthidae	4	<i>Tityus</i>	4	<i>Tityus costatus</i>	2	2
<i>Opiliões</i>						
Gonyleptidae	7	<i>Krateromaspis</i>	3	<i>Krateromaspis dilatata</i>	3	3
		<i>Geraecormobius</i>	1	<i>Geraecormobius sylvarum</i>	1	1
<i>Aranhas</i>						
Araneidae	40	<i>Alpaida</i>	6	<i>Alpaida alticeps</i>	2	2
				<i>Alpaida grayi</i>	2	2
				<i>Alpaida leucogramma</i>	1	1
				<i>Alpaida veniliae</i>	1	1
		<i>Araneus</i>	2	<i>Araneus unanimus</i>	1	1

		<i>Argiope</i>	14	<i>Argiope argentata</i>	11	9
				<i>Argiope legionis</i>	1	1
		<i>Cyclosa</i>	1	-	-	-
		<i>Eustala</i>	1	-	-	-
		<i>Larinia</i>	1	-	-	-
		<i>Mangora</i>	1	-	-	-
		<i>Metazygia</i>	2	-	-	-
		<i>Metepeira</i>	2	-	-	-
		<i>Micrathena</i>	1	<i>Micrathena nigrichelis</i>	1	1
		<i>Ocrepeira</i>	1	-	-	-
		<i>Parawixia</i>	4	<i>Parawixia audax</i>	1	-
		<i>Verrucosa</i>	1	<i>Verrucosa scapofracta</i>	1	1
		<i>Wagneriana</i>	1	-	-	-
Anyphaenidae	9	<i>Arachosia</i>	2	<i>Arachosia praesignis</i>	1	1
		<i>Xiruana</i>	1	-	-	-
Cheiracanthiidae	2	<i>Cheiracanthium</i>	2	-	-	-

Corinnidae	2	<i>Corinna</i>	1	-	-	-
		<i>Falconina</i>	1	-	-	-
Ctenidae	7	<i>Asthenoctenus</i>	1	<i>Asthenoctenus borelli</i>	1	1
		<i>Ctenus</i>	1	<i>Ctenus ornatus</i>	1	1
		<i>Enoploctenus</i>	1	-	-	-
		<i>Phoneutria</i>	3	-	-	-
Desidae	8	<i>Metaltella</i>	8	<i>Metaltella simoni</i>	5	3
Filistatidae	5	<i>Kukulcania</i>	1	<i>Kukulcania hibernalis</i>	1	1
		<i>Pikelinia</i>	4	<i>Pikelinia mendensis</i>	1	1
Gnaphosidae	1	-	-	-	-	-
Hersiliidae	1	-	-	-	-	-
Linyphiidae	3	-	-	-	-	-
Lycosidae	12	<i>Aglaoctenus</i>	1	<i>Aglaoctenus lagotis</i>	1	1
		<i>Hogna</i>	1	<i>Hogna gumia</i>	1	-
		<i>Lycosa</i>	2	<i>Lycosa erythrognatha</i>	2	2
		<i>Tropicosa</i>	1	-	-	-

Miturgidae	1	<i>Teminus</i>	1	<i>Teminus insularis</i>	1	1
Nephilidae	4	<i>Trichonephila</i>	4	<i>Trichonephila clavipes</i>	4	4
Oecobiidae	5	<i>Oecobius</i>	5	<i>Oecobius navus</i>	2	2
Oxyopidae	2	<i>Oxyopes</i>	2	<i>Oxyopes salticus</i>	2	2
Philodromidae	5	<i>Gephyrellula</i>	1	<i>Gephyrellula violacea</i>	1	1
Pholcidae	8	<i>Pholcus</i>	7	<i>Pholcus phalangioides</i>	7	6
		<i>Smeringopus</i>	1	<i>Smeringopus pallidus</i>	1	1
Salticidae	79	<i>Amphidraus</i>	1	-	-	-
		<i>Asaphobelis</i>	8	<i>Asaphobelis physonychus</i>	8	8
		<i>Breda</i>	2	-	-	-
		<i>Corythalia</i>	13	<i>Corythalia conferta</i>	13	13
		<i>Gastromicans</i>	1	-	-	-
		<i>Hasarius</i>	1	<i>Hasarius adansoni</i>	1	1
		<i>Ilargus</i>	1	<i>Ilargus coccineus</i>	1	1
		<i>Jollas</i>	3	-	-	-

		<i>Lyssomanes</i>	4	-	-	-
		<i>Megafreya</i>	7	<i>Megafreya sutrix</i>	7	7
		<i>Menemerus</i>	19	<i>Menemerus bivittatus</i>	19	19
		<i>Pachomius</i>	1	-	-	-
		<i>Psecas</i>	1	-	-	-
		<i>Rudra</i>	1	-	-	-
Scytodidae	5	<i>Scytodes</i>	5	-	-	-
Selenopidae	1	<i>Selenops</i>	1	-	-	-
Sicariidae	7	<i>Loxosceles</i>	7	<i>Loxosceles intermedia</i>	1	-
Sparassidae	2	<i>Polybetes</i>	2	<i>Polybetes pythagoricus</i>	1	1
Tetragnathidae	4	<i>Leucauge</i>	3	<i>Leucauge volupis</i>	2	2
		<i>Tetragnatha</i>	1	-	-	-
Theridiidae	30	<i>Argyroides</i>	3	<i>Argyroides elevatus</i>	1	1
		<i>Cryptachaea</i>	1	-	-	-
		<i>Latrodectus</i>	9	<i>Latrodectus geometricus</i>	9	8

		<i>Nesticodes</i>	7	<i>Nesticodes rufipes</i>	7	6
		<i>Parasteatoda</i>	4	<i>Parasteatoda tepidariorum</i>	4	4
		<i>Steatoda</i>	1	<i>Steatoda ancorata</i>	1	1
		<i>Theridion</i>	3	<i>Theridion calcynatum</i>	1	1
Thomisidae	12	<i>Misumenops</i>	3	-	-	-
Uloboridae	1	<i>Zosis</i>	1	<i>Zosis geniculata</i>	1	1

Traço (-) indica que não foram encontrados registros correspondentes ao táxon. A busca foi realizada aplicando-se primeiramente filtros para a localização Ponta Grossa – PR, e selecionando-se os filtros para a categoria Aracnídeos, exibir “verificável”, classificação alta “Família” e baixa “Espécie” e data de observação com intervalo final de 02/12/23.

De acordo com os dados obtidos, o município de Ponta Grossa apresentou 28 diferentes famílias de aracnídeos, sendo 26 famílias de aranhas, 1 família de opiliões e 1 família de escorpiões. Entre as aranhas, as famílias com maior número de registros foram as famílias Salticidae (79), Araneidae (40) e Theridiidae (30). Dentre os gêneros com maior número de registros, aparecem os gêneros *Menemerus* (19), *Argiope* (14) e *Corythalia* (13). A espécie mais registrada foi a *Menemerus bivittatus*, com 19 registros, sendo todos Nível de Pesquisa, seguida da espécie *Corythalia conferta*, com 13 registros, também todos Nível de Pesquisa, e *Argiope argentata*, com 11 registros, dois quais 9 são Nível de Pesquisa. No total, foram encontrados 69 gêneros e 45 espécies de aracnídeos na região de Ponta Grossa, PR, dentre os quais 67 gêneros e 43 espécies são apenas de aranhas.

Os dados apresentados na tabela poderiam ser abordados de diversas formas em sala de aula. É comum, por exemplo, que as pessoas tenham medo e aversão a todos os tipos de aracnídeos e os enxerguem como um perigo iminente, uma postura que muitas vezes as leva a eliminar estes animais, sem a consciência do impacto ambiental deste ato e sem a verdadeira dimensão dos riscos reais que estes artrópodes representam (LIMA, 2019). Algumas espécies de aracnídeos são, de fato, consideradas como de importância médica, pois podem trazer riscos à saúde humana como, por exemplo, os escorpiões do gênero *Tityus*, aranhas dos gêneros *Loxosceles* (aranhas-marrons), *Phoneutria* (armadeiras) e algumas aranhas do gênero *Latrodectus* (viúvas) (FUNASA, 2001).

Observando os dados apresentados na tabela 1, é possível chegar a algumas conclusões sobre a proporção de gêneros e espécies que representam risco à saúde em relação ao total de gêneros e espécies observadas. Além disso, a análise pode revelar comportamentos predominantes em relação aos aracnídeos de maneira geral. Identificar esses padrões pode fornecer insights valiosos para a promoção de mudanças de comportamento em relação a esses animais, o que, por sua vez, pode ter impactos significativos na preservação da biodiversidade da classe Arachnida.

Ainda, algumas questões podem ser consideradas na análise e discussão desses resultados como, por exemplo:

a) Proporção de Risco à Saúde: Qual a proporção de gêneros e espécies que representam risco à saúde em comparação com o total observado? Essa análise pode destacar áreas de preocupação ou de maior impacto na saúde humana.

b) Comportamentos em Relação aos Aracnídeos: Quais são os comportamentos predominantes das pessoas em relação aos aracnídeos? Isso inclui atitudes, mitos, medos ou práticas de controle.

c) Mudanças de Comportamento Possíveis: Com base nos dados, que comportamentos podem ser identificados como problemáticos em relação aos aracnídeos? Isso pode incluir o uso excessivo de pesticidas, destruição do habitat ou reações excessivas de medo.

d) Promoção da Preservação da Biodiversidade: Como as conclusões podem orientar esforços para mudar comportamentos e promover a preservação da biodiversidade da classe Arachnida? Isso pode envolver campanhas de conscientização, educação ambiental ou estratégias de convivência mais sustentáveis.

A discussão sobre os números de registros encontrados em comparação com os prováveis números reais da biodiversidade local de aracnídeos em Ponta Grossa, PR, é crucial para uma interpretação mais precisa dos dados. É necessário considerar se a diversidade de aracnídeos encontrada neste levantamento é um reflexo fiel da biodiversidade natural da região ou se os registros apresentam algum viés relacionado à atividade humana coletiva.

Algumas questões a serem exploradas durante essa discussão:

a) Representatividade da Amostragem: O método de amostragem utilizado foi suficientemente representativo para capturar a diversidade real de aracnídeos na área? Foram considerados diferentes habitats, estações do ano e condições ambientais?

b) Viés de Coleta: Pode haver um viés na coleta de aracnídeos, dependendo das preferências ou experiências dos coletores? Isso pode influenciar os tipos de aracnídeos registrados.

c) Impacto Humano: A urbanização, alterações no uso da terra e outras atividades humanas podem ter impacto na biodiversidade local. Como esses fatores podem influenciar os registros e a percepção da diversidade de aracnídeos?

d) Efeitos Temporais: A coleta de dados foi realizada ao longo de um período suficientemente longo para capturar variações sazonais e anuais na presença de aracnídeos?

e) Colaboração Comunitária: O envolvimento da comunidade local na coleta de dados pode ter influenciado os registros? As pessoas podem ter se concentrado em certos tipos de aracnídeos ou habitats específicos?

4 Os projetos na plataforma iNaturalist

Os projetos podem ser vistos como um dos recursos de grande valor da plataforma iNaturalist, o que a torna uma ferramenta poderosa, permitindo a definição e aplicação de filtros e a coleta e reunião de observações automaticamente, com base em seus metadados (Mesaglio; Callaghan, 2021). Na plataforma, existem duas modalidades de criação de projetos disponíveis: os projetos de coleção e os projetos guarda-chuva (iNaturalist., 2023d).

Projetos de coleção possuem objetivos de carácter mais restrito, tendo potencial para serem utilizados para delimitar uma pesquisa mais regional e/ou direcionada. Os projetos de coleção são os mais indicados para o trabalho didático na perspectiva da Ciência Cidadã, por meio da participação ativa dos alunos no levantamento e registro da biodiversidade local.

Neste sentido, o professor pode criar seu próprio projeto de coleção, definindo os filtros e requisitos para a inclusão de registros no seu projeto, direcionando-os conforme o objetivo de aprendizagem. O uso de projetos coleção em sala de aula dialoga com uma didática mais voltada às aulas práticas que, se utilizada corretamente, pode motivar e atrair ainda mais a atenção dos alunos. Isso os envolve ainda mais nas investigações científicas e auxilia na compreensão de conceitos básicos, além de desenvolver as suas habilidades no uso de tecnologias (Krasilchik, 2012) por meio da utilização da plataforma para fazerem registros.

Os projetos guarda-chuva, por sua vez, possuem um viés mais abrangente, com o potencial de reunir dados de regiões mais amplas e, inclusive, permitir a comparação destes entre diferentes projetos de coleção já existentes dentro desses projetos, os agrupando. Desta forma inúmeros projetos podem ser incluídos, desde que não sejam outros projetos guarda-chuva. Existem diversos eventos envolvendo esta modalidade de projetos por abrangerem uma maior área, como o “City Nature Challenge” (<https://www.inaturalist.org/projects/city-nature-challenge-2023>), promovido internacionalmente para incentivar a Ciência Cidadã pela plataforma. Dessa forma o evento acaba por reunir milhares de pessoas anualmente para registrar e documentar a fauna e flora existentes em ambientes urbanos, auxiliando em um maior conhecimento sobre a biodiversidade.

Contando com diversas ferramentas, os projetos possuem filtros diversos, inserção de data, hora de início e encerramento, criação de banner personalizado, possibilidade de visualização de estatísticas, que no caso de projetos guarda-chuva podem ser comparativos entre os projetos inseridos. Isso torna mais viável a utilização da plataforma para ampliação de registros da biodiversidade (iNaturalist, 2023d).

O recurso tem sido usado como ferramenta de pesquisa e monitoramento para parques e áreas de conservação ambiental. Em tempos em que dados sobre a biodiversidade por meio

da Ciência Cidadã começaram a se disseminar mundialmente, é importante que a sociedade atue mais ativamente em atividades científicas (Martínez-Sagarra; Castilla; Pando, 2022).

Uma característica interessante dos projetos é a existência de um ranking que classifica os observadores que obtêm o maior número de registros de espécies diferentes (Guimarães, 2022). Esta característica pode ser uma forma de incentivo à participação dos alunos pela competitividade.

Embora o iNaturalist possa ser acessado na web e em dispositivos móveis, a criação de projetos só é possível por meio do site (<https://www.inaturalist.org>). É importante ressaltar que para ter permissão para criar um projeto dentro da plataforma, é necessário que o usuário possua pelo menos 50 observações verificáveis (iNaturalist, 2023c).

O processo para a criação de um projeto é simples. Após efetuar o login e retornar à página inicial, o usuário deve posicionar o cursor na aba “Comunidade” na qual irá surgir, juntamente a outras opções, a opção “Projetos”. Quando o usuário já tiver acesso à página “Projetos”, deve-se clicar na opção “Iniciar um projeto” e, então, o usuário será direcionado à página na qual as duas modalidades de projeto são explicadas e exemplificadas. Para criar um projeto de coleção, o usuário deve clicar no botão “Começar” no campo “Projeto de Coleção”.

Em seguida, os detalhes do projeto devem ser adicionados. Obrigatoriamente, deve-se adicionar um nome para o projeto e um resumo. Opcionalmente, pode-se incluir imagens para o ícone e para o banner do projeto. O próximo passo é o mais importante: a inclusão dos requisitos de observação. Neste campo são incluídos os filtros, pelos quais é possível inserir critérios de inclusão e exclusão de registros, selecionando-se os registros que farão parte do projeto.

Nesta etapa, o usuário pode indicar o(s) táxon(s), locais e usuários que deseja que sejam incluídos ou excluídos do projeto. Nenhum destes campos é obrigatório, portanto, é possível criar, por exemplo, projetos englobando toda a biodiversidade de um determinado local ou todas as observações de um determinado táxon ao redor do mundo.

A inclusão de registros conforme a aderência de membros ao projeto também é um dos critérios que podem ser configurados. O criador do projeto pode permitir a inclusão de qualquer observação, de qualquer usuário, que obedeça aos demais critérios, ou pode restringir a inclusão de registros apenas de membros do projeto. Assim, o professor pode decidir se apenas os registros dos seus alunos farão parte do seu projeto ou se outros registros também serão contabilizados, dependendo dos objetivos de ensino-aprendizagem envolvidos na sua ação didática.

No campo “com anotação”, também há a opção de aplicação de filtro para as opções “sexo”, “fenologia da planta”, “vivo ou morto”, “estágio de vida” e “evidência de presença”. Não é obrigatório selecionar nenhuma anotação, mas elas podem ser úteis para monitoramentos específicos.

Por exemplo, se o objetivo do projeto for evidenciar dimorfismos sexuais (diferenças marcantes entre machos e fêmeas) de uma espécie, selecionar a anotação “sexo” pode ser bastante útil; se o objetivo for observar as diferentes fases de desenvolvimento de espécies vegetais ao longo das estações do ano, a anotação “fenologia da planta” pode ser de grande utilidade; a anotação “vivo ou morto” pode ser importante para projetos de monitoramento de espécies atropeladas em estradas; a anotação “estágio de vida” é útil para a compreensão do ciclo de vida das espécies de interesse e sua relação com o ambiente; e a anotação “evidência de presença” pode ser interessante para projetos que envolvam espécies que são difíceis de serem observadas diretamente, mas que deixam vestígios, como pegadas ou exúvias.

É possível também selecionar a qualidade dos dados que irão integrar o projeto, incluindo somente observações nível de pesquisa e/ou observações que precisam de identificação e/ou observações casuais. Observações casuais são aquelas que registram espécimes cultivados ou criados em cativeiro (o que inclui os animais de estimação). Projetos que busquem, por exemplo, fazer um levantamento das plantas que os alunos cultivam em casa para fins ornamentais ou conhecer a classificação taxonômica e as diferentes características dos animais que possuem como pets, são um exemplo de como selecionar observações casuais pode ser de interesse didático, embora sejam desencorajadas pela plataforma.

Pode-se também aplicar filtros para os tipos de mídia a serem incluídas, se serão incluídas apenas observações com foto, apenas observações com som ou ambos. Observações com som são de grande valia para o registro de insetos (como grilos, cigarras), de pássaros e de anfíbios (rãs e pererecas), por exemplo, que muitas vezes o usuário não localiza para que possa registrar uma fotografia, mas é capaz de ouvir e gravar o som. Nestes casos, a colaboração de especialistas para a identificação taxonômica é fundamental.

Outro filtro opcional é o “meio de estabelecimento”, no qual pode-se selecionar se a espécie é nativa ou se é introduzida. Projetos com estes filtros podem ser interessantes no monitoramento de espécies nativas ou de espécies invasoras, fornecendo dados para discussão a respeito das dinâmicas ecológicas.

Por fim, o último filtro que pode ser aplicado é a data. Pode-se incluir observações de qualquer data, selecionar um dia exato ou um intervalo de tempo ou ainda delimitar meses específicos. A seleção de um dia ou um intervalo de dias é útil para criar dias de desafio, por exemplo, semelhante ao que ocorre com os projetos BioBlitz e City Challenge, porém aplicados de forma local na escola.

Já a delimitação de um intervalo de meses pode ser útil para fazer levantamentos em determinadas estações do ano, como ocorre, por exemplo, nos projetos BioGeoMar: Bioblitz Verão (<https://www.inaturalist.org/projects/biogeomar-bioblitz-verao-2024>), que ocorre sempre no mês de janeiro, temporada na qual mais pessoas visitam as praias e podem colaborar para os objetivos do projeto.

Após a criação do projeto, é de extrema importância que o professor oriente os alunos a utilizarem a plataforma de forma correta, legal e ética. Na página Teacher's Guide (<https://www.inaturalist.org/pages/teacher's+guide>) há diversas orientações que auxiliam o professor a conduzir o trabalho dos alunos. É fundamental, por exemplo, orientar os alunos que só é permitido que façam upload de registros de sua própria autoria, não sendo permitido o registro de imagens encontradas na internet.

É importante também ressaltar a importância da inclusão de metadados (informações sobre localização, data e as anotações sobre “sexo”, “fenologia da planta”, “vivo ou morto”, “estágio de vida” e “evidência de presença”), pois estas informações aumentam as chances de sucesso na identificação e melhoram a qualidade do registro, caso ele chegue a “nível de pesquisa”.

E, como a identificação correta depende da boa qualidade do registro, é importante que os alunos façam fotos de boa qualidade, nas quais o espécime registrado apareça com tamanho, nitidez e clareza suficientes para permitir a identificação. Tirar várias fotos, de ângulos diferentes, também é de grande ajuda para aumentar as chances de identificação. Guias como o “Protocolo de captura de imagens de macrofungos” (Bittencourt *et al.*, 2022) e o “O que fotografar em uma planta?” (Alves, 2022) são materiais bastante úteis para direcionar o trabalho dos alunos neste sentido.

Por fim, o trabalho do professor não se encerra com a criação do projeto e nem deve reaparecer apenas para a análise conjunta dos dados coletados. O engajamento do professor durante a realização da atividade é um fator importante para incentivar a participação dos alunos. Como coordenador do projeto, é recomendado que o professor tente auxiliar na identificação das espécies registradas e que atue permanentemente como um mediador, avaliando a qualidade dos registros e verificando violações de direitos autorais e a inserção de conteúdos inapropriados.

5 Considerações finais

No âmbito escolar o uso de tecnologias é quase indispensável, visto que grande parte dos estudantes tem acesso a algum tipo de tecnologia. De acordo com a BNCC - Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018), o uso das tecnologias digitais como ferramenta pedagógica estabelece o uso crítico, significativo, ético, reflexivo e responsável das tecnologias digitais nas variadas práticas sociais, para comunicação, acesso, disseminar informações, produção de conhecimento e resolução de problemas. Nesse contexto, o uso da plataforma iNaturalist é um exitoso exemplo de como tecnologias digitais podem ser utilizadas no ensino de Biologia, principalmente no âmbito da educação para a preservação da biodiversidade.

Além de ampliar as possibilidades de conhecimento dos alunos acerca da diversidade de espécies que habitam o planeta, o uso de plataformas científicas colaborativas como o iNaturalist também coloca os alunos em contato com cientistas e com o processo de produção científica e os engaja na participação da Ciência Cidadã. Assim, eles podem se reconhecer como uma parte importante da produção do conhecimento, diminuindo as distâncias entre a ciência e o cidadão não-cientista.

Tendo acesso aos registros, fazendo parte da coleta de dados a respeito da biodiversidade e participando da produção de dados científicos de forma ativa, espera-se que os alunos se sintam protagonistas da sua aprendizagem, da produção do conhecimento e também do seu papel na conservação da biodiversidade.

Referências

ALVES, Milene. **O que fotografar em uma planta?** In: I Encontro Redário – Identificação de Espécies, 2022. Disponível em:

<https://www.sementesdoxingu.org.br/api/uploads/documents/Guia%20-%20como%20fotografar%20plantas%20para%20realizar%20identifica%C3%A7%C3%A3o%20de%20esp%C3%A9cies%20-%20produ%C3%A7%C3%A3o%20Milene%20Alves.pdf>,

Acesso em: 07 de dezembro de 2023.

ARISTEIDOU, Maria *et al.* Exploring the participation of young citizen scientists in scientific research: The case of iNaturalist. **Plos One**, v. 16, n. 1, e0245682, 2021a.

ARISTEIDOU, Maria *et al.* How do young community and citizen science volunteers support scientific research on biodiversity? The case of iNaturalist. **Diversity**, v. 13, n.7, p. 318, 2021b.

AUSUBEL, David Paul. **Educational psychology: a cognitive view**. Nova York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BARROS, Aline Fabiana. O uso das tecnologias na educação como ferramentas de aprendizado. **Revista Científica Semana Acadêmica**, v. 156, n.1, 2019.

- BITTENCOURT, Felipe *et al.* **Protocolo de captura de imagens de macrofungos.** Florianópolis: Offício, 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: MEC, 2018.
- CAMPBELL, Caitlin J. *et al.* Identifying the identifiers: how iNaturalist facilitates collaborative, research-relevant data generation and why it matters for biodiversity science. **BioScience**, v. 73, n. 7, p. 533-541, 2023.
- CEDERQVIST, Anne-Marie.; WILLIAMS, Alexina Thorén. An exploratory case study on student teachers' experiences of using the AR App Seek by iNaturalist when learning about plants. In: ZAPHIRIS, Panayiotis; IOANNOU, Andri (ed.). **Learning and Collaboration Technologies. HCII 2023. Lecture Notes in Computer Science**, v. 14041. Cham: Springer 2023. pp. 33-52.
- ECHEVERRIA, Andres. Learning plant biodiversity in nature: the use of the citizen-science platform iNaturalist as a collaborative tool in secondary education. **Sustainability**, v. 13, n. 2, 735, 2021.
- EITZEL, Melissa V. *et al.* Citizen science terminology matters: exploring key terms. **Citizen Science: theory and practice**, v. 2, n. 1, p. 1-20, 2017.
- FARIAS, Gabriela Belmont. Contributos da aprendizagem significativa de David Ausubel para o desenvolvimento da Competência em Informação. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 27, n. 2, p. 58-76, 2022.
- FUNASA. Ministério da Saúde. **Manual de diagnóstico e tratamento de acidentes por animais peçonhentos.** Brasília: Fundação Nacional da Saúde, 2001.
- GASS, Susan *et al.* Exploring the value of a BioBlitz as a biodiversity education tool in a post-secondary environment. **Environmental Education Research**, v. 27, n. 10, p. 1538-1556, 2021.
- GERHART, Laci M. *et al.* Teaching an experiential field course via online participatory science projects: a COVID-19 case study of a UC California naturalist course. **Ecology and Evolution**, v. 11, n. 8, p. 3537-3550, 2021.
- GUIMARÃES, Bárbara Matos da Cunha. **Fazendo ciência no ensino fundamental para a conservação das abelhas.** 2022. 153 f. Tese (Doutorado em Ecologia, Conservação e Biodiversidade), Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, MG: UFU, 2022.
- GUIMARÃES, Bárbara Matos da Cunha; NOGUEIRA-FERREIRA, Fernanda Helena; OLIVEIRA, Paulo Eugênio Alves Macedo. iNaturalist como “laboratório” coletivo para coleta de dados de interação envolvendo abelhas. **Revista Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, v. 16, n. 6, p. 3868-3876, 2023.

HARLIN, John *et al.* Turning students into citizen scientists. In: HECKER, Susane *et al.* (ed.) **Citizen science: innovation in open science, society and policy**. UCL Press, 2018. p.410-428.

HERNAWATI, Diana; CHAIDIR, Diki Muhamad; MEYLANI, Vita. The use of iNaturalist on learning courses of zoology vertebrates for prospective biology teachers. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1440, 012064, 2020.

iNATURALIST. **About**. Disponível em: <https://www.inaturalist.org/pages/about> Acesso em: 07 de dezembro de 2023a.

iNATURALIST. **Observações**. Disponível em: https://www.inaturalist.org/observations?place_id=any Acesso em: 07 de dezembro de 2023b.

iNATURALIST. **Teacher's Guide**. Disponível em: <https://www.inaturalist.org/pages/teacher's+guide> Acesso em: 08 de dezembro de 2023c.

iNATURALIST. **Projetos**. Disponível em: <https://www.inaturalist.org/projects/new> Acesso em: 08 de dezembro de 2023d.

KASSAS, Mohammed. Environmental education: biodiversity. **The Environmentalist**, v. 22, p. 345-351, 2002.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de Ensino de Biologia**. São Paulo: USP, 2012.

LIMA, Jeferson Luiz. **Aracnídeos: uma teia de possibilidades no ensino de artrópodes em Biologia**. 2019. 123 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) - Universidade Estadual do Piauí, Teresina, 2019.

MACROSTAT. **Macrostrat - A platform for geological data exploration, integration, and analysis**. Disponível em: <https://macrostrat.org/> Acesso em: 5 de dezembro de 2023.

MARTÍNEZ-SAGARRA, Glória; CASTILLA, Felipe; PANDO, Francisco. Seven Hundred Projects in iNaturalist Spain: performance and lessons learned. **Sustainability**, v. 14, n. 17, 11093, 2022.

MECH, Angela *et al.* There's an app for that: teaching entomology in the online age. **Natural Sciences Education**, v. 51, n. 2, e20081, 2022.

MESAGLIO, Thomas; CALLAGHAN, Corey T. An overview of the history, current contributions and future outlook of iNaturalist in Australia. **Wildlife Research**, v. 48, n. 4, p. 289-303, 2021.

NIEMILLER, Katharina Denise Kendall; Davis, Marck A.; Niemiller, Matthew L. Addressing 'biodiversity naivety' through project-based learning using iNaturalist. **Journal of Nature Conservation**, v. 64, 126070, 2021.

NUGENT, Jill. iNaturalist: Citizen Science for the Digital Age. **Science Teacher**, v. 87, n. 8, p. 58-59, 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **The 17 Goals**. 2015. Disponível em: <https://sdgs.un.org/goals> Acesso em: 5 de dezembro de 2023.

PARRA, Henrique Zoqui Martins. Ciência cidadã: modos de participação e ativismo informacional. In: ALBAGLI, Sarita; MACIEL, Maria Lucia; ABDO, Alexandre Hannud (org.). **Ciência aberta, questões abertas**. Rio de Janeiro: Ibict; Unirio, 2015. p. 121-141.

POLLOCK, Nicholas B. *et al.* Personal BioBlitz: a new way to encourage biodiversity discovery and knowledge in K-99 education and outreach. **BioScience**, v. 65, n. 12, p. 1154-1164, 2015.

RAMIREZ, Fernando; SANTANA, Josefina. Environmental education and biodiversity conservation. In: RAMIREZ, Fernando; SANTANA, Josefina. **Environmental Education and Ecotourism**. Cham: Springer, 2019. pp. 7-11.

SCIFONI, Simone. Conhecer para preservar: uma ideia fora do tempo. **Revista CPC**, v. 14, n. 27, p. 14-31, 2019.

SiBBR. Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira. **O que é o GBIF?** Disponível em: <https://sibbr.gov.br/page/o-que-e-gbif.html> Acesso em: 7 de dezembro de 2023.

SILVA, Rosa Carla Gomes; SANTANA, Elaine Santos. Ciência Cidadã. **Cogitare Enfermagem**, v. 28, e86901, 2023.

SMITH, Haley *et al.* Leveraging citizen science in a college classroom to build interest and efficacy for science and the environment. **Citizen Science: Theory and Practice**, v. 6, n. 1, p. 29, 2021.

SOTEROPOULOS, Diana L.; DE BELLIS, Caitlin R.; WITSELL, Theo. Citizen science contributions to address biodiversity loss and conservation planning in a rapidly developing region. **Diversity**, v. 13, n. 6, 255, 2021.

UNGER, Shem. Power of a snapshot observation: using iNaturalist to teach undergraduates about ethograms in animal behavior. **Journal of Microbiology & Biology Education**, v. 24, n. 1, e00044-22, 2023.

VAN HORN, Grant *et al.* The iNaturalist species classification and detection dataset. **Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)**, p. 8769-8778, 2018.

VOHLAND, Katrin *et al.* The science of citizen evolves. In: VOHLAND, Katrin *et al.* (ed.) **The Science of Citizen Science**. Springer, 2021. pp. 1-12.

DOI: 10.46667/renbio.v17i2.1282

YOUNG, Allison M. *et al.* Translational science education through citizen science. **Frontiers in Environmental Science**, v. 9, 800433, 2021.

Recebido em março de 2024
Aprovado em novembro de 2024

Revisão gramatical realizada por: Izabele Caroline Rodrigues Gomes
E-mail: izabelecr@gmail.com